

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-003832

**(43)Date of publication of application : 08.01.1992**

(51)Int.Cl.

F24F 5/00

(21)Application number : 02-100252

(71)Applicant : NIKKEN SEKKEI LTD

KANSAI ELECTRIC POWER CO  
INC:THE

YAMATAKE HONEYWELL CO LTD

(22)Date of filing : 18.04.1990

(72)Inventor : KATO AKIRA

INOOKA TATSUO

**SAKURAI FUMIO**

TSUYUKUCHI YOSHIKAZU

KAMIMURA KAZUYUKI

MIYASAKA FUSACHIKA

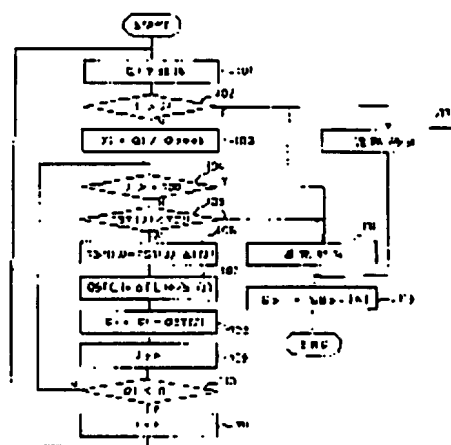
YAMADA NOBUHIKO

#### (54) HEAT ACCUMULATING AMOUNT CALCULATING METHOD

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To eliminate useless operation of a heat source device by a method wherein a heat accumulating amount in a heat accumulating tank is determined based on a difference between a tank water temperature and a predicted return water temperature from a heat emitter and a tank water amount.

CONSTITUTION: A thermal load amount  $Q_i$  at an  $n$ -step before a present time is predicted, a thermal load factor  $X_i$  being a ratio between a predicted thermal load amount  $Q_i$  and a plan maximum thermal load amount  $Q_{peak}$  is determined, and an allowable water feed temperature  $TC$  to an air conditioner is decided. After, through comparison of a tank water temperature  $TST$  with an allowable feed water temperature  $TC$ , it is conformed that the tank water temperature  $TST$  exceeds the allowable feed water temperature  $TC$ , a difference  $\Delta T$  between the tank water temperature  $TST$  and a predicted temperature  $TSR$  of return water from an air conditioner is determined by using a thermal load factor  $X_i$ . A heat accumulating amount  $QST$  in a heat accumulating tank is calculated by multiplying  $\Delta T$  and a tank water amount  $FST$  in a heat



accumulating tank. This method provides an accurate effective quantity of heat and performs use less operation of a heat source device.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-3832

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)1月8日

F 24 F 5/00

1 0 2 Z

6803-3L

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 蓄熱量算出方法

⑯ 特 願 平2-100252

⑰ 出 願 平2(1990)4月18日

⑱ 発 明 者 加 藤 晃 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目6番2号 株式会社日建設計内

⑲ 発 明 者 猪 岡 達 夫 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目6番2号 株式会社日建設計内

⑳ 出 願 人 株式会社日建設計 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目6番2号

㉑ 出 願 人 関西電力株式会社 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

㉒ 出 願 人 山武ハネウエル株式会社 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

㉓ 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外3名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

蓄熱量算出方法

## 2. 特許請求の範囲

現時刻からnステップ先の熱負荷量を予測し、この予測熱負荷量と設計最大熱負荷量との比である熱負荷率を求め、かつ熱放出器への許容送水温度を定め、この許容送水温度の制限域内に蓄熱槽の槽水温度があることを確認して、この槽水温度と熱放出器からの予想還水温度との差 $\Delta T$ を前記熱負荷率に基づき求め、この $\Delta T$ と槽水量とに基づき前記蓄熱槽での蓄熱量を求めるようにしたことを特徴とする蓄熱量算出方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、蓄熱槽での蓄熱量を算出する蓄熱量算出方法に関するものである。

(従来の技術)

ビルディングの空調システムでは蓄熱槽を備えたものが一般的になりつつある。熱エネルギーは貯

蔵が可能であるから空調システムに蓄熱槽を採用することにより、エネルギーの有効利用に貢献できる。

蓄熱槽まわりの概略的な構成例を第6図に示す。同図において、1は熱源機器としてのヒートポンプ、2は熱放出器としての空調機、3は水を媒体とした蓄熱槽である。蓄熱槽3は第1蓄熱槽3.1～第100蓄熱槽3.100を備え、蓄熱槽3.1～3.100は仕切通路4.1～4.100にて連通されている。すなわち、蓄熱槽3.100からの温水が、ヒートポンプ1により加熱されてから蓄熱槽3.1へ吐出され、蓄熱槽3.1～3.100を経て蓄熱槽3.100へ至り、このルートを循環することにより、蓄熱が行われる。これに対して、蓄熱槽3.1からの温水が、空調機2により放熱されてから蓄熱槽3.100へ吐出され、蓄熱槽3.100～3.1を経て蓄熱槽3.1へ至り、このルートを循環することにより、暖房が行われる。このため、蓄熱槽3.1側が高温槽、蓄熱槽3.100側が低温槽となる。

第7図は、蓄熱槽3.1～3.100の槽順位を横軸

として、縦軸にその槽水温度を示した図である。  
この図において、蓄熱槽下限温度 $T_L$ を定めれば、蓄熱槽下限温度 $T_L$ 、各蓄熱槽の槽水温度 $TST(J)$ 、各蓄熱槽の槽水量 $FST(J)$ および比熱 $\alpha$ を下記(1)式に代入して、蓄熱槽3でのトータルの蓄熱量を算出することができる。

$$\sum_{J=1}^{100} (TST(J) - T_L) \times FST(J) \times \alpha \quad \dots (1)$$

そして、この算出して得た蓄熱槽3での蓄熱量に基づきヒートポンプ1の運転を制御すれば、割引電力料金時間帯での夜間蓄熱運転や、夜間蓄熱で足りない分を昼間補う補償蓄熱運転を、効率良く行うことが可能となる。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、このような蓄熱量算出方法によると、蓄熱槽下限温度 $T_L$ についての明確な規定がなく、支障が生じない範囲で高めに設定するものとしている。

このため、有効蓄熱量が少なく見積もられてしまい、ヒートポンプ1が無駄に運転されてしまう

という問題が生じていた。

(課題を解決するための手段)

本発明はこのような課題を解決するために提案されたもので、現時刻から $n$ ステップ先の熱負荷量を予測し、この予測熱負荷量と設計最大熱負荷量との比である熱負荷率を求め、かつ熱放出器への許容送水温度を定めたいえ、この許容送水温度の制限域内に蓄熱槽の槽水温度があることを確認して、この槽水温度と熱放出器からの予想還水温度との差 $\Delta T$ を熱負荷率に基づき求め、この $\Delta T$ と槽水量とに基づき蓄熱槽での蓄熱量を求めるようにしたものである。

(作用)

したがってこの発明によれば、 $\Delta T$ (許容送水温度の制限域内に位置する槽水温度と許容送水温度の制限域外に位置し得る予想還水温度との差)と槽水量とに基づき、蓄熱量が求められる。

(実施例)

以下、本発明に係る蓄熱量算出方法を詳細に説明する。

先ず、本願発明においては、ビルディングにおける時間負荷(熱負荷)を予測するために、文献:ボックスアンドジェンキンス[Box & Jenkins: Time Series Analysis--forecasting control--Holden-day(1970)]にも記載されているARMA(自己回帰移動平均)モデルを採用し、このARMAモデルに周期性・トレンド性をもたせたARIMAモデル式を使用する。すなわち、下記式に周期性・トレンド性をもたせたARIMAモデル式を使用する。

$$x(t) = - \sum_{i=1}^p A_i x(t-i) + \sum_{j=1}^q B_j e(t-j) \quad \dots (2)$$

但し、 $A_i$ :自己回帰パラメータ、 $B_j$ :移動平均パラメータ、 $x(t)$ :1ステップ先の予測負荷、 $x(t-1)$ :現時刻の実負荷、 $x(t-2)$ :1ステップ前の実負荷、 $e(t-1)$ :現時刻の実負荷-1ステップ前に予測された現時刻の負荷。

下記(3)式は上記(2)式において $p=25$ 、 $q=25$ とし、自己回帰パラメータ $A_i$ および移動平均パラメータ $B_j$ を、 $A_1=-0.7980$ 、 $A_2 \sim A_{25}$

$=0.0000$ 、 $A_{26}=-1.0000$ 、 $A_{27}=0.7980$ 、 $B_1=-0.3090$ 、 $B_2 \sim B_{25}=0.0000$ 、 $B_{26}=-0.6399$ 、 $B_{27}=0.1977$ として定めた場合のARIMAモデル式である。

$$x(t) = 0.7980 x(t-1) - x(t-26) - 0.7980 x(t-27) + e(t) - 0.3090 e(t-1) - 0.6399 e(t-26) + 0.1977 e(t-27) \quad \dots (3)$$

但し、上記式において、 $e(t=0)$ とし、自己回帰パラメータ $A_i$ および移動平均パラメータ $B_j$ は、過去10日間の実負荷データに基づき求めている。

次に、このARIMAモデル式を使用した具体的な時間負荷予測を説明する。今、第2図において、現時刻が木曜日の22時であるものとする、現時刻から24時間前までの1時間毎の実負荷データが、ARIMAモデル式(上記(3)式)に代入される。すなわち、現時刻の実負荷データが $x(t-1)$ として、23時間前の実負荷データが $x(t-26)$ として、24時間前の実負荷データが $x(t-27)$ として代入され、1時間先(23時)の予

測負荷  $x(i)$  が求まる。次に、23時の予測負荷  $x(i)$  から23時間前までの1時間毎の実負荷データが、同様にしてARIMAモデル式に代入される。すなわち、23時の予測負荷  $x(i)$  が  $x(i-1)$  として、22時間前の実負荷データが  $x(i-2)$  として、23時間前の実負荷データが  $x(i-3)$  として代入され、2時間先(24時)の予測負荷  $x(i)$  が求まる。以下、この繰返しにより、金曜日の22時までの予測負荷が順次に求まり、現時刻における基本パターンが図示一点鎖線で示す如く作成される。この動作は、現時刻が1時間進む毎に繰返され、したがって現時刻が1時間進む毎にその基本パターンが更新されるものとなる。

現時刻が金曜日の22時になった場合には、それまでのARIMAモデル式において、その自己回帰パラメータ  $A_i$  および移動平均パラメータ  $B_i$  の新たな推定が行われる。すなわち、木曜日の22時から金曜日の22時までの実負荷データを過去10日間の実負荷データの最終データと置き

換えたうえ、この過去10日間の実負荷データを使用して、自己回帰パラメータ  $A_i$  および移動平均パラメータ  $B_i$  が新たに推定されるものとなる。

第1図は第6図に示した空調システムでの制御動作を示すフローチャートであり、本発明に係る蓄熱量算出方法の一実施例を適用している。

今、第2図において、現時刻が木曜日の22時であり、金曜日の22時までの予測熱負荷が順次に求められ、基本パターンが作成されているものとする。この場合、先ずステップ101において、1時間先の予測熱負荷量すなわち23時における予測熱負荷量  $Q_i$  を獲得する。そして、 $i$  が24以下 ( $i \leq 24$ ) であることを確認して(ステップ102)、ステップ103へ進む。ここで、 $i$  は、ステップ101にて獲得した予測熱負荷量の予測時刻に対し、23時を1、24時を2、1時を3という風に定められる。ステップ103では、予測熱負荷量  $Q_i$  を最大熱負荷量  $Q_{max}$  で除することにより、熱負荷率  $X_i$  を得る。ここで、最大熱負荷量  $Q_{max}$  は、1時間にヒートポンプ1が発

揮し得る熱負荷量の定格値(設計最大熱負荷量)として定めており、本実施例においては290 Mcal/Hとされている。ステップ103にて熱負荷率  $X_i$  を求めた後は、この熱負荷率  $X_i$  を使用して、第3図に示す特性テーブルTB1から空調機2への許容送水温度  $TC$  を求める。特性テーブルTB1において、熱負荷率  $X_i$  と許容送水温度  $TC$  との関係は、経験等により予め定められている。また、この特性テーブルTB1からの許容送水温度  $TC$  の導出と同時に、予測熱負荷量  $Q_i$  の予測時刻を使用して、第3図に示す記憶テーブルTB2から空調機2への許容送水温度  $TC$  を求める。記憶テーブルTB2において、予測時刻と許容送水温度  $TC$  との関係は、経験等により予め定められている。そして、特性テーブルTB1から導出された許容送水温度  $TC$  と記憶テーブルTB2から導出された許容送水温度  $TC$  との比較を行い、高い方の許容送水温度  $TC$  を選択して許容送水温度  $TC(1)$  としたうえ、ステップ104へ進む。

ステップ104では、蓄熱槽順位  $J$  を1として、 $J \geq 100$  か否かを確認したうえ、ステップ105へ進む。ステップ105では、第1順位の蓄熱槽3-1について、その槽水温度  $TST(1)$  と許容送水温度  $TC(1)$  とを比較する。そして、このステップ105において、槽水温度  $TST(1)$  が許容送水温度  $TC(1)$  よりも高い ( $TST(1) \geq TC(1)$ ) ことを確認したうえ、すなわち許容送水温度  $TC(1)$  の制限域内に槽水温度  $TST(1)$  があることを確認したうえ、ステップ106へ進む。ステップ106では、熱負荷率  $X_i$  を使用して、第4図に示す特性テーブルTB3から、槽水温度  $TST(1)$  と空調機2からの予想還水温度  $TSR(1)$  との差  $\Delta T(1)$  を求める。そして、ステップ107へ進み、 $\Delta T(1)$  と蓄熱槽3-1での槽水量  $FST(1)$  とを乗算して、蓄熱槽3-1での蓄熱量  $QST(1)$  を算出する。

ここで、算出された蓄熱量  $QST(1)$  について考察してみると、許容送水温度  $TC(1)$  は、

熱負荷率 $X$ 、あるいは予測時刻(23時)に基づき、明確に定められている。また、許容送水温度 $TC(1)$ の制限域内に位置する槽水温度 $TST(1)$ と許容送水温度 $TC(1)$ の制限域外に位置し得る予想還水温度 $TSR(1)$ との差 $\Delta T(1)$ が求められ、この $\Delta T(1)$ と槽水量 $FST(1)$ とを乗算して蓄熱量(1)が求められている。このため、許容送水温度 $TC(1)$ を従来技術で述べた蓄熱槽下限温度 $T_L$ に置き換えて考えても分かるように、 $\Delta T(1)$ の内その許容送水温度 $TC(1)$ の制限域外に位置する部分に対応する蓄熱量が有効蓄熱量に加えられるものとなり、算出される有効蓄熱量の増大に寄与する。

而して、ステップ108へ進み、予測熱負荷量 $Q_p$ から蓄熱量 $QST(1)$ を差し引いて新たな予測熱負荷量 $Q_p$ とし、蓄熱槽順位 $J$ を1アップして(ステップ109)、予測熱負荷量 $Q_p$ の値をチェックする(ステップ110)。ここで、予測熱負荷量 $Q_p$ が $\geq 0$ であれば、ステップ101で獲得した予測熱負荷量 $Q_p$ を蓄熱槽3- $J$ での

ステップ104での蓄熱槽順位 $J$ は、予測熱負荷量 $Q_p$ を賄い得る蓄熱槽順位 $N$ まで繰り上げられている。したがって、ステップ104を経たステップ105では、蓄熱槽3- $J$ について、その槽水温度 $TST(N)$ と許容送水温度 $TC(2)$ とを比較し、槽水温度 $TST(N)$ が許容送水温度 $TC(2)$ よりも高いことを確認したうえ、ステップ106へ進む。ステップ106では、熱負荷率 $X$ を使用して、特性テーブルTB3から、槽水温度 $TST(N)$ と予想還水温度 $TSR(N)$ との差 $\Delta T(N)$ を求める。そして、ステップ107へ進み、 $\Delta T(N)$ と蓄熱槽3- $J$ での槽水量 $FST(N)$ とを乗算して、蓄熱槽3- $J$ での蓄熱量 $QST(N)$ を算出する。そして、ステップ108へ進み、予測熱負荷量 $Q_p$ から蓄熱量 $QST(N)$ を差し引いて新たな予測熱負荷量 $Q_p$ とし、蓄熱槽順位 $J$ を1アップして(ステップ109)、予測熱負荷量 $Q_p$ の値をチェックする(ステップ110)。ここで、予測熱負荷量 $Q_p$ が $\geq 0$ であれば、ステップ101で獲得した予測熱負荷量 $Q_p$ を蓄熱槽3- $J$ での蓄熱量 $QST(N)$ のみでは賄えないものと判断して、ステップ104へ戻り、ステップ105、106を経て蓄熱槽3- $J+1$ での蓄熱量 $QST(N+1)$ を算出し、以下同様にして、ステップ110での予測熱負荷量 $Q_p$ が0以下となるまで、蓄熱槽順位を繰り上げて上述の動作を繰り返す。

ステップ110での予測熱負荷量 $Q_p$ が0以下となると、予測時刻を示す $I$ を1アップして(ステップ111)、ステップ101へ戻り、現時刻より2時間先すなわち24時における予測熱負荷量 $Q_p$ を獲得する。そして、ステップ102を経たステップ103において、予測熱負荷量 $Q_p$ を最大熱負荷量 $Q_{max}$ で除することにより、熱負荷率 $X$ を得る。ステップ103にて熱負荷率 $X$ を求めた後は、この熱負荷率 $X$ を使用して、特性テーブルTB1から許容送水温度 $TC$ を求め、記憶テーブルTB2から導出される予測時刻での許容送水温度 $TC$ との比較を行い、低い方の許容送水温度 $TC$ を選択して許容送水温度 $TC(2)$ としたうえ、ステップ104へ進む。ここで、ス

ステップ110での予測熱負荷量 $Q_p$ が0以下となると、予測時刻を示す $I$ を1アップして(ステップ111)、ステップ101へ戻り、現時刻より2時間先すなわち24時における予測熱負荷量 $Q_p$ を獲得する。そして、ステップ102を経たステップ103において、予測熱負荷量 $Q_p$ を最大熱負荷量 $Q_{max}$ で除することにより、熱負荷率 $X$ を得る。ステップ103にて熱負荷率 $X$ を求めた後は、この熱負荷率 $X$ を使用して、特性テーブルTB1から許容送水温度 $TC$ を求め、記憶テーブルTB2から導出される予測時刻での許容送水温度 $TC$ との比較を行い、低い方の許容送水温度 $TC$ を選択して許容送水温度 $TC(2)$ としたうえ、ステップ104へ進む。ここで、ス

ステップ110での予測熱負荷量 $Q_p$ が0以下となると、予測時刻を示す $I$ を1アップして(ステップ111)、ステップ101へ戻り、現時刻より3時間先すなわち1時における予測熱負荷量 $Q_p$ を獲得し、以下同様にして、ステップ102での $I$ が24を超えるまで、上述の動作を繰り返す。

ステップ102において $I$ が24を超えると、すなわち1時間先の予測熱負荷量 $Q_p$ から24時間先の予測熱負荷量 $Q_p$ までを蓄熱槽3にて賄うことができると判断すると、ヒートポンプ1が運転中である場合にはその運転を停止して(ステップ112)、予測熱負荷量 $Q_p \sim Q_{max}$ とそれを賄

い得る蓄熱槽順位との関係を、蓄熱ポテンシャル画面として表示する。第5図は、現時刻を15時とし、放熱完了時刻を22時としたときの、蓄熱ポテンシャル画面の一例である。同図において、実線は槽水温度 $TST(J)$ 、一点鎖線は許容送水温度 $TC(i)$ 、二点鎖線は予想値としての運水温度 $TSR(J)$ を示し、横軸に蓄熱槽順位を示している。ここに示された蓄熱ポテンシャル画面によれば、その画面上の分割領域Ⅰ～Ⅶにて、16時における予測熱負荷量 $Q_{16}$ が蓄熱槽3-1から3-11までの蓄熱量にて賄われ、17時における予測熱負荷量 $Q_{17}$ が蓄熱槽3-11から3-12までの蓄熱量にて賄われるというように、22時までの各時間毎の予測熱負荷量とそれを賄い得る蓄熱槽順位との関係を視覚的に捉えることができる。

なお、第1図に示したステップ105において、槽水温度 $TST(J)$ が許容送水温度 $TC(i)$ 以下となると( $TST(J) < TC(i)$ )、空調機2への送水温度と運水温度との温度差を十分に得ることができないものと判断し、ヒートポン

プ1の運転を許可したうえ(ステップ114)、すなわちヒートポンプ1が運転中でない場合にはその運転を行うものとしたうえ、槽水温度 $TST(J)$ が許容送水温度 $TC(i)$ 以下に至るまでの蓄熱ポテンシャル画面を表示する(ステップ113)。また、第1図に示したステップ104において、蓄熱槽順位 $J$ が100を超えれば( $J \geq 100$ )、現在の蓄熱槽3-1～3-100での蓄熱量では22時までの予測熱負荷量を賄うことができないものと判断し、ヒートポンプ1の運転を許可したうえ(ステップ114)、賄い得る予測時刻までの蓄熱ポテンシャル画面を表示する(ステップ113)。

#### (発明の効果)

以上説明したことから明らかなようにこの発明による蓄熱量算出方法によると、 $\Delta T$ (許容送水温度の制限域内に位置する槽水温度と許容送水温度の制限域外に位置し得る予想運水温度との差 $\Delta T$ )と槽水量とに基づき蓄熱量が求められるため、 $\Delta T$ の内その許容送水温度の制限域外に位置する

部分に対応する蓄熱量が有効蓄熱量に加えられ、算出される有効蓄熱量の増大に寄与するものとなり、この算出される正確な有効蓄熱量に基づき、熱源機器を無駄なく運転することが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

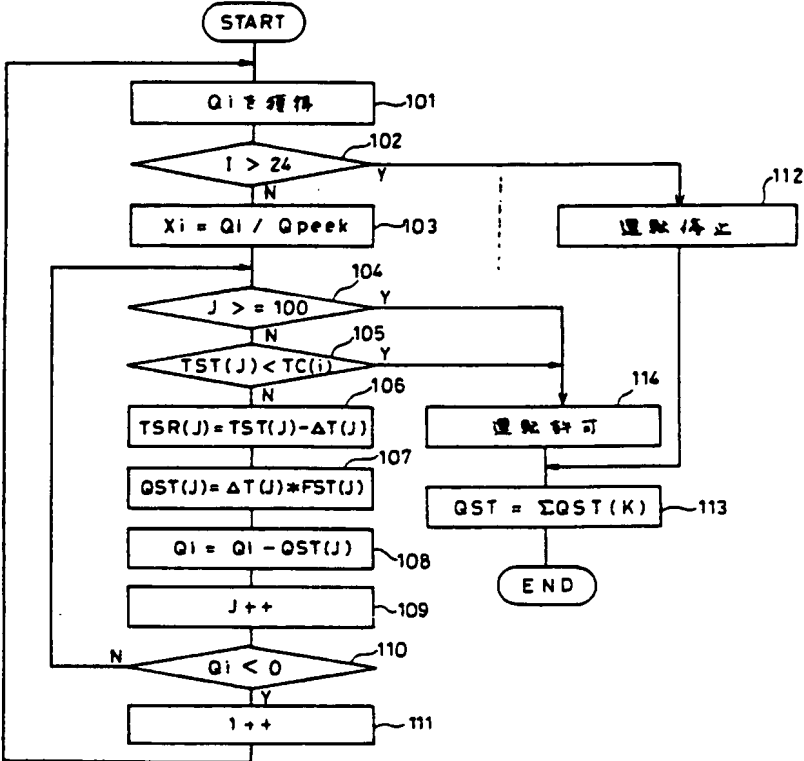
第1図は本発明に係る蓄熱量算出方法の一実施例を適用してなる空調システムでの制御動作を示すフローチャート、第2図はARIMAモデル式を使用した具体的な時間負荷予測を説明する図、第3図は許容送水温度を求めるための特性テーブルTB1および記憶テーブルTB2を示す図、第4図は槽水温度と予想運水温度との差 $\Delta T$ を求めるための特性テーブルTB3を示す図、第5図は現時刻を15時とし放熱完了時刻を22時としたときの蓄熱ポテンシャル画面の一例を示す図、第6図は蓄熱槽まわりの概略的な構成例を示す図、第7図は蓄熱槽順位を横軸として縦軸にその槽水温度を示した図である。

1・・・ヒートポンプ、2・・・空調機、3-1～3-100・・・蓄熱槽、TB1、TB3・・・

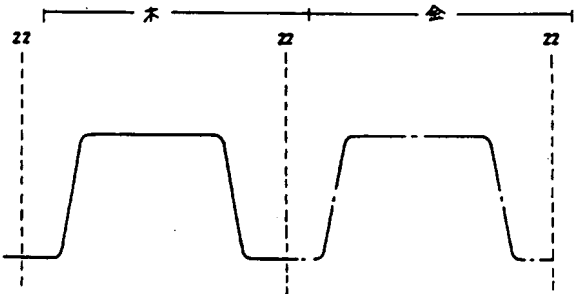
・特性テーブル、TB2・・・記憶テーブル。

特許出願人 株式会社日建設計  
関西電力株式会社  
山武ハネウエル株式会社  
代理人 山川政樹

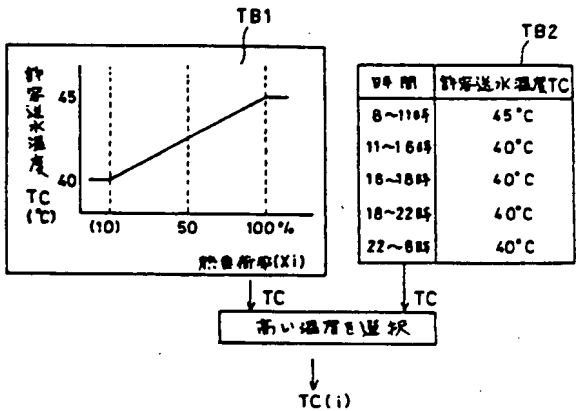
第 1 図



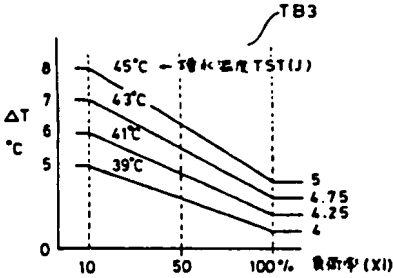
第 2 図



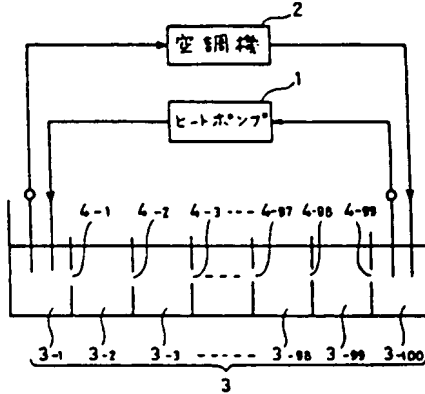
第 3 図



第 4 図

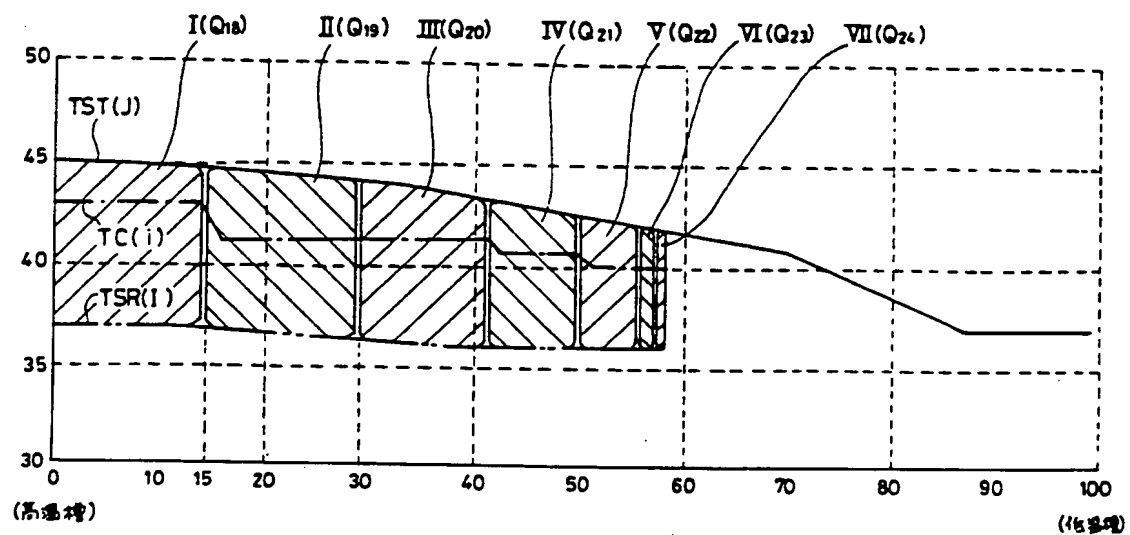


第 6 図

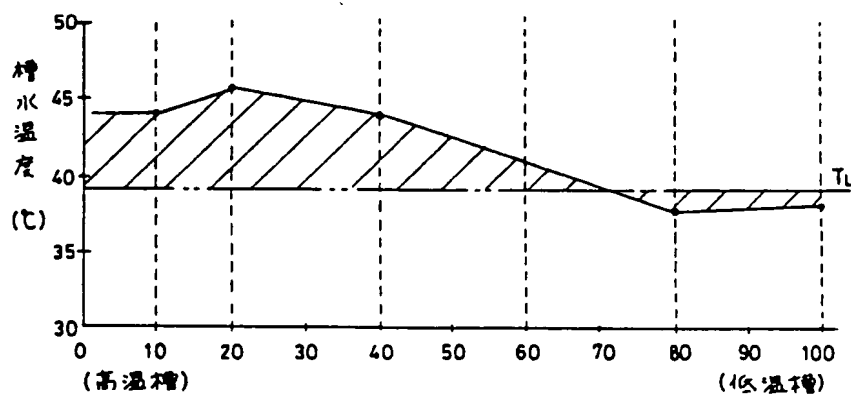




第 5 図



第 7 図



第1頁の続き

- |      |    |     |                                   |
|------|----|-----|-----------------------------------|
| ⑦発明者 | 桜井 | 文雄  | 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目6番2号 株式会社日建設計内     |
| ⑧発明者 | 露口 | 嘉和  | 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号 関西電力株式会社内     |
| ⑨発明者 | 神村 | 一幸  | 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 山武ハネウエル株式会社内    |
| ⑩発明者 | 宮坂 | 房千加 | 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 山武ハネウエル株式会社内    |
| ⑪発明者 | 山田 | 伸彦  | 大阪府大阪市北区芝田2-6-23 山武ハネウエル株式会社大阪支店内 |